

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-126010  
 (43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl. H01S 3/18  
 H01L 33/00

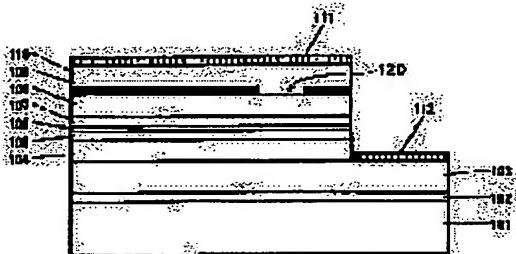
(21)Application number : 08-299543 (71)Applicant : RICOH CO LTD  
 (22)Date of filing : 23.10.1998 (72)Inventor : TAKAHASHI TAKASHI

## (54) MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser device containing compounds including nitrogen, which constricts a current to reduce a threshold current and effectively prevents a consequent increase in an operational voltage of the device.

**SOLUTION:** At least an n-type  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  clad layer 104 ( $0 < x < 1$ ), a light emitting region (active layer) 106 including an  $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  layer ( $0 \leq y \leq 1$ ), and p-type  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  clad layer 108 are sequentially formed on a substrate 101. On the p-type  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  clad layer 108, an  $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$  layer 109 ( $x < z \leq 1$ ) is formed by selective growth, except a stripe region 120 as a current injection region, and on the p-type  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  clad layer 108 and the  $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$  layer 109, a p-type GaN contact layer 110 is formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	08.02.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	02.05.2005
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



イフ共振波路をドライエッチングによって、幅が50μm以下になるように形成している。これにより、活性層内の電流密度を大きくして発光電流を減少させている。

[0004] 図12は特開平6-283825号に示されている別の差ぎりウム系半導体レーザーを示す図である。この半導体レーザーでは、サファイア基板10上に、AlN層11、Siドープn型GaN層12、Siドープn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層13、Siドープp型GaN層14、アンドープAl<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層15、Mgドープp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層16及びMgドープp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層17が順次して形成されている。なお、x、yは0≤x≤y≤1となっている。また、図12において、1.8はSiO<sub>2</sub>絶縁層であり、このSiO<sub>2</sub>絶縁層18には幅10μmのストライプ部分が形成されている。また、1.9、2.0はSiドープn型GaN層12およびSiドープp型GaN層17とそれに形成された金属電極である。

[0005] 図12の半導体レーザーにおいては、Mgドープp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層16からの不純物Mgの拡散をアンドープAl<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層15にて吸收し防止している。これにより、活性層内のドーパー/アクトマジカルペアを抑制して発光電流を低下させている。

[0006] 図11および図12に示した半導体レーザーは、端面発光型のものであるが、面発光型の差ぎりウム系半導体レーザーも発表されている。図13は特開平7-297476号に示されている差ぎりウム系の面発光レーザーを示す図である。図13の半導体レーザーでは、表面が「[1-0-1-0]」軸に垂直であるサファイア基板1上に、GaNのバッファ層(0<x<1)、InGaN層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層を順次して形成し、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層上には、電流注入層(0≤w≤1)を形成する。各層2.3、2.4の厚さは電子内部での波長1の1/4となる。次に、n型GaNの電流注入層2.6、アンドープIn<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nの歪み量子井戸層2.7、p型GaNの正孔注入層2.8からなる共振器を設ける。この共振器の厚さを1とする。既て、GaNに格子整合したInAlNのp型屈折率層2.9とGaNのp型屈折率層3.0とを、交亘して形成する。また、p-GaN<sub>y</sub>型バラツク反射鏡3.1を形成する。また、p-GaN<sub>y</sub>型バラツク反射鏡3.2、p側電極3.3を設ける。さらに、表面から電子注入層2.6に到達するまでエッチングを行なうことで、直径が10μmの円形のメサを形成する。最後にSiO<sub>2</sub>で被覆した後、n側電極3.4を蒸着して、図13に示す面発光レーザーを作成することができる。

[0007] 図13の構造の半導体レーザーでは、活性層を[0-0-1]軸から傾斜した軸方向に形成することにより、偏光方向を制御している。

[0008] 以上が解決しようとする課題】ところで、半導体レーザーでは、活性層に注入される電流密度を挿引し、活性層内のキャリア密度を高くすることによって電流密度を低減している。図11に示した半導体レーザーでは、ドライエッチングによって幅5.0μm以下の導波路構造を作製することにより、電流を挿引している。また、図12に示した半導体レーザーにおいては、SiO<sub>2</sub>絶縁層を幅10μmのストライプ状にエンチャージし、電流を挿引して電流を挿引することによって、電流を挿引している。

[0009] しかしながら、Mgドープp型GaNコンタクト層とp型の金属電極との接触抵抗が高いため、図11、図12に示した構造では電極との接触面積が小さくなり、素子の電界抵抗が増加し、素子の動作電圧が高くなってしまうという問題があつた。

[0010] 同様に、図13に示した面発光レーザーにおいても、直径が10μmの円形メサ構造によって電流挿引を行なっているため、p型コンタクト層とp型の金属電極との接触面積が小さくなり、素子の動作電圧が高くなってしまうという問題があつた。

[0011] 本発明は、電流を含む化合物の半導体レーザ装置において、電流を挿引して周囲電流を低減するとともに、これによる素子の動作電圧が高くなるのを有効に防止することの可能な半導体レーザ装置の製造方法を提供することを目的としている。

[0012] 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、請求項1記載の発明は、基板上に、少なくともn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0<x<1)を形成し、n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層上には、電流注入層(0≤y≤1)を含むストライプ状の膜層を除いて形成し、前記n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層(0≤y≤1)と電流注入層(0≤z≤1)を選択成長によって形成し、前記n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層およびp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層(0≤y≤1)を含む発光部、p型GaNコンタクト層を順次して形成することを特徴とする。

[0013] また、請求項2記載の発明は、基板上に、少なくともn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0<x<1)、InGaN層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層を順次して形成し、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層上には、電流注入層(0≤w≤1)を含むストライプ状の膜層を除いて、Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層(0≤z≤1)を選択成長によって形成し、前記p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層およびp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層(0≤y≤1)を含む発光部、p型GaNコンタクト層を順次して形成することを特徴とする。

[0014] また、請求項3記載の発明は、基板上に、少なくともn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0≤y≤1)を含む発光部、p型GaNコンタクト層を順次して形成することを特徴とする。

[0015] また、請求項8記載の発明は、請求項1乃至至請求項7のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置の

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体レーザーでは、活性層に注入される電流密度を挿引し、活性層内のキャリア密度を高くすることによって電流密度を低減している。図11に示した半導体レーザーでは、ドライエッチングによって幅5.0μm以下の導波路構造を作製することにより、電流を挿引している。また、図12に示した半導体レーザーにおいては、SiO<sub>2</sub>絶縁層を幅10μmのストライプ状にエンチャージし、電流を挿引して電流を挿引することによって、電流を挿引している。

[0016] しかししながら、Mgドープp型GaNコンタクト層とp型の金属電極との接触抵抗が高いため、図11、図12に示した構造では電極との接觸面積が小さくなり、素子の電界抵抗が増加し、素子の動作電圧が高くなってしまうという問題があつた。

[0017] 同様に、図13に示した面発光レーザーにおいても、直径が10μmの円形メサ構造によって電流挿引を行なっているため、p型コンタクト層とp型の金属電極との接觸面積が小さくなり、素子の動作電圧が高くなってしまうという問題があつた。

[0018] 本発明は、電流を含む化合物の半導体レーザ装置において、電流を挿引して周囲電流を低減するとともに、これによる素子の動作電圧が高くなるのを有効に防止することの可能な半導体レーザ装置の製造方法を提供することを目的としている。

[0019] 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、請求項1記載の発明は、基板上に、少なくともn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0<x<1)を形成し、n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層上には、電流注入層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層を順次して形成し、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層上には、電流注入層(0≤w≤1)を含むストライプ状の膜層を除いて、Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層(0≤z≤1)を選択成長によって形成し、前記p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層およびp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層(0≤y≤1)を含む発光部、p型GaNコンタクト層を順次して形成することを特徴とする。

[0020] また、請求項2記載の発明は、基板上に、少なくともn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0<x<1)、InGaN層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層を順次して形成し、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層上には、電流注入層(0≤w≤1)を含む発光部、p型GaNコンタクト層を順次して形成することを特徴とする。

[0021] また、請求項3記載の発明は、基板上に、少なくともn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0≤y≤1)を含む発光部、p型GaNコンタクト層を順次して形成することを特徴とする。

[0022] 図1の半導体装置では、さらに、基板10とn型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層(0≤y≤1)を形成し、n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層上には、電流注入層(0≤y≤1)を含む発光部、p型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層を順次して形成され、また、n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層(0<y<1)と発光部(活性層)106との間に、ガイド層107を形成され、活性層106とp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層(0≤y≤1)を含む発光部(活性層)107としてのガイド層107が形成されている。

[0023] 図1の半導体装置は、サークルアーバイナノンコントラクト層108との間に、ガイド層107が形成されていて、図1の半導体装置は、サークルアーバイナノンコントラクト層108とp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0≤y≤1)を含む発光部(活性層)108との間に、GaNバッファ層102、n型GaNコンタクト層103が形成されていて、InGaN層(0≤y≤1)と発光部(活性層)106との間に、GaNバッファ層102とp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層を順次して形成され、前記n型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N第1クラッド層(0≤y≤1)と発光部(活性層)106との間に、ガイド層107が形成され、活性層106とp型Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>Nクラッド層(0≤y≤1)を含む発光部(活性層)107としてのガイド層107が形成されている。

[0024] ここで、アンドープAl<sub>x</sub>N層109は、Al<sub>x</sub>Gai<sub>1-x</sub>N層109においてz=1とした場合であり、電流を挿引するためのストライプ状電極注入領域を示す図である。

[0025] また、請求項8記載の発明は、請求項1乃至至請求項7のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置の

[0025]また、n型GaNコンタクト層103上には、n型電極112が形成されている。

[0026]図2は、図1の半導体レーザ装置の製作工程例を示す図である。図2の工程例では、まず、サファイア基板101上に、GaNペーパー層102、n型GaNコンタクト層103、n型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層104、n型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nガニド層105、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N多重量子井戸活性層106、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nガニド層107、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層108を順次に形成される。そこで、S<sub>i</sub>O<sub>x</sub>のストライプ幅d<sub>0</sub>をケミカルエンジニアリングで除去する(図2(b))。すなわち、電流注入領域となるべきストライプ状の距離d<sub>0</sub>を、例えば5μmとすることができる。

[0027]次に、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層108上にS<sub>i</sub>O<sub>x</sub>層201を堆積させる。そして、フォトリソグラフィー工程により、電流注入領域となるべきストライプ状の距離を除いてS<sub>i</sub>O<sub>x</sub>層201をケミカルエンジニアリングで除去する(図2(c))。すなわち、電流注入領域となるべきストライプ状の距離d<sub>0</sub>を、例えば5μmとすることができる。

[0028]次に、有機金属相成形法により、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層108上にアンドープAlN層109を約50nm程度の厚さに成長させる(図2(d))。このとき、S<sub>i</sub>O<sub>x</sub>層201上にはAlN層109が堆積しないため、ストライプ幅d<sub>0</sub>が5μmの電流注入領域120が形成される。

[0029]次に、S<sub>i</sub>O<sub>x</sub>層201をケミカルエンジニアリングで除去した後で、アンドープAlN層109およびp型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層108上にp型GaNコンタクト層110を精晶成長させる(図2(e))。

[0030]次に、p型GaNコンタクト層110の表面からn型GaNコンタクト層103までドライエンジンシングしてリジット構造を形成する(図2(f))。このとき、リジット層d<sub>0</sub>が例えば100μm、エッチングした側面の一方から電流注入領域までの距離d<sub>0</sub>が例えば約30μmとなるように、リッジ構造を形成することができる。このようなリッジ構造とすることによって、n型GaNコンタクト層103上にn側電極112を確実に形成するためのスペースを確保することができて、後述のように、n型GaNコンタクト層103上にn側電極112を確実に形成し、n型GaNコンタクト層103中を電流が水平方向に流れるとときに抵抗が増大するのを抑制することができる。

[0031]最後に、p型GaNコンタクト層110上にp側電極111を蒸着で形成し、また、n型GaNコンタクト層103上にn側電極112を蒸着で形成する(図2(f))。これにより、図1の半導体レーザ装置を作製できる。

[0032]このような半導体レーザ装置においては、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層108上に、例えば

5μm幅のストライプ状の領域120を除いて、アンドープAlN層109が形成されており、このAlN層109は累積電荷が6.2eVと非常に大きく、ほぼ絶体となっている。従って、電流を5μmのストライプ状の領域120に集中させ、電流を增幅させることができるのである。そして、AlN層109で堆積されないストライプ状の領域120を通じた電流を、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nコンタクト層と同時に、活性層106(例えばGaN/N系半導体レーザ装置においては、活性層106より近い位置で電流を増幅を行うことがで

り、例えば5μm幅のストライプ状領域120を除いて、電流が5μmのストライプ状領域120を除いて、電流を増幅されるため、電流を5μmのストライプ状の領域120に集中させ、電流を増幅させることができ、電流を増幅することができる。

[0033]GaN系半導体レーザ装置においては、発振波長が短いため、活性層に光を閉じ込めるAlGaNクラッド層の厚さは、0.6μm程度とAlGaN系半導体レーザ装置においては、活性層106に注水されることができる。

[0034]また、電流挿引を行なうためのAlN層109は、ほぼ絶縁体であるため、電流を5μmのストライプ状の領域120に集中させ、電流を増幅させることができ、電流を増幅することができる。

[0035]次に、図1の半導体レーザ装置では、電流が導かれる面積(ストライプ状の領域120の面積)とp型GaNコンタクト層110との間に比べて十分小さくなることができる。

[0036]図1の半導体レーザ装置では、電流が導かれる面積(ストライプ状の領域120の面積)とp型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nクラッド層108(例えばp型GaNコンタクト層とn型GaNクラッド層)との間に比べて十分小さくなっている。これにより、活性層106(例えばGaN/N系半導体レーザ装置においては、活性層106より近い位置で電流を増幅する)が増幅され、活性層106で発生した光を吸収する。このため、電流挿引方向に異効因数効果が変調形成され、光は、In<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N層302(例えばアンドープGaN層)が存在しないストライプ状の領域120に閉じ込められる。

[0037]図4は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図4において、図1と同様に示す部品には同じ符号を付している。図4において、図1の半導体レーザ装置には同じ符号を付している。図4の半導体レーザ装置は、基板104(0<x<1)、In<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N層302(例えばAlN層)と水平導向に光を閉じ込めるためのIn<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N層302(例えばGaN層)が散乱されているので、電流挿引とともに、水平導向に光を閉じ込めることができる。

[0038]図5は、本発明に係る半導体レーザ装置

によって形成され、前記p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第1クラッド層301及びn型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第1クラッド層302(例えばp型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第1クラッド層301(例えばp型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第2クラッド層303、p型GaNコントラクト層110が形成され、端面発光型のものとして構成されている。

[0039]図3に示した半導体レーザ装置も、図1に示した半導体レーザ装置と同様に、活性層106(例えばGaN/N系半導体井戸活性層)の上面に、例えば5μm幅のストライプ状領域120を除いて、電流が5μmのストライプ状領域120を除いて、電流を増幅することができる。

[0040]図4は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図4において、図1と同様に示す部品には同じ符号を付している。図4の半導体レーザ装置では、基板104(0<x<1)、In<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N層302(例えばAlN層)と水平導向に光を閉じ込めるためのIn<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N層302(例えばGaN層)が散乱されているので、電流挿引とともに、水平導向に光を閉じ込めることができる。

[0041]図4に示した半導体レーザ装置も、図1に示した半導体レーザ装置と同様に、活性層106(例えばGaN/N系半導体井戸活性層)の上面に、例えば5μm幅のストライプ状領域120を除いて、電流が5μmのストライプ状領域120を除いて、電流を増幅することができる。

[0042]図5は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図5において、図1と対応する箇所には同じ符号を付している。図5の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型GaNバッファ層102が形成され、該n型GaNバッファ層102がn型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(a))。これにより、n型GaN層103(0<x<1)を含む発光屈折率1.1のn型GaN層103(0<x<1)が形成され、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第1クラッド層301(0<x<1)が形成され、p型GaNコントラクト層301(0<x<1)が形成され、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第2クラッド層303(0<x<1)が形成され、端面発光型のものとして構成されている。

[0043]図5は、本発明に係る半導体レーザ装置

によって形成され、前記p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第1クラッド層301(例えばp型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第2クラッド層303、p型GaNコントラクト層110が形成され、端面発光型のものとして構成される)とn型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(b))。

[0044]図5(a)の構成例と比較して、n型GaN層103(0<x<1)を含む発光屈折率1.1のn型GaN層103(0<x<1)が形成され、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第1クラッド層301(0<x<1)が形成され、p型GaNコントラクト層301(0<x<1)が形成され、p型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N第2クラッド層303(0<x<1)が形成され、端面発光型のものとして構成される。

[0045]図5(b)は、電流挿引を行なうためのAl<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N層109(0<x<1)(例えばAl<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N層109)と水平導向に光を閉じ込めるためのIn<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N層109(0<x<1)が堆積成長する(図5(c))。

[0046]図5(c)は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図5において、図1と同様に示す部品には同じ符号を付している。図5の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型GaNバッファ層102が形成され、該n型GaNバッファ層102がn型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(d))。

[0047]図5(d)は、本発明に係る半導体レーザ装置

によって形成され、前記n型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(e))。

[0048]図5(e)は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図5において、図1と同様に示す部品には同じ符号を付している。図5の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型GaNバッファ層102が形成され、該n型GaNバッファ層102がn型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(f))。

[0049]図5(f)は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図5において、図1と同様に示す部品には同じ符号を付している。図5の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型GaNバッファ層102が形成され、該n型GaNバッファ層102がn型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(g))。

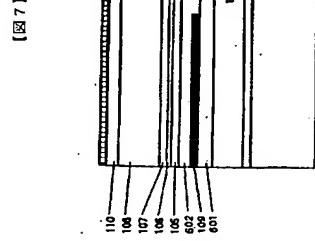
[0050]図5(g)は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図5において、図1と同様に示す部品には同じ符号を付している。図5の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型GaNバッファ層102が形成され、該n型GaNバッファ層102がn型GaN層103(0<x<1)が堆積成長する(図5(h))。

[0051]図5(h)は、本発明に係る半導体レーザ装置

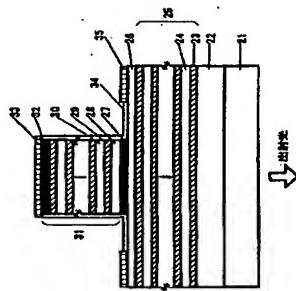




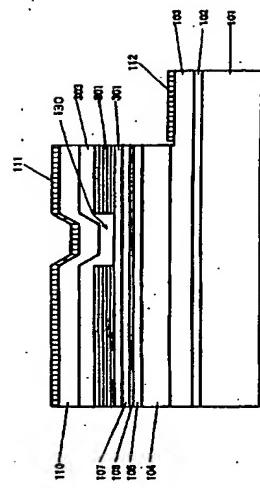




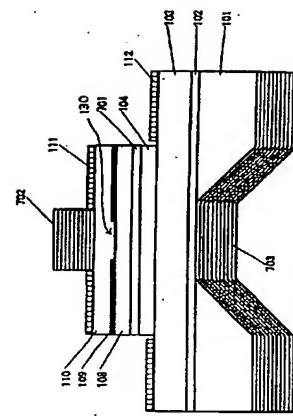
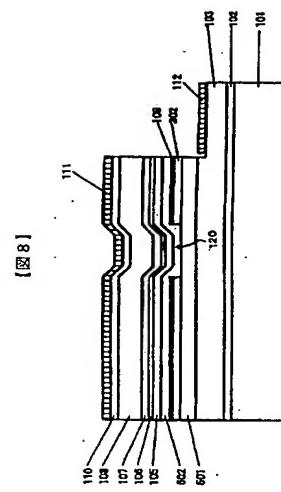
[図7]



[図8]



[図10]



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**